

Fluid dosage dispenser for common-rail fuel injection

Publication number: DE19844996

Publication date: 2000-04-13

Inventor: KAPPEL ANDREAS (DE); MOCK RANDOLF (DE);
MEIXNER HANS (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- international: F02M47/02; F02M59/46; F02M63/00; F02M47/02;
F02M59/00; F02M63/00; (IPC1-7): F02M47/02;
F02M51/06; G05D16/16

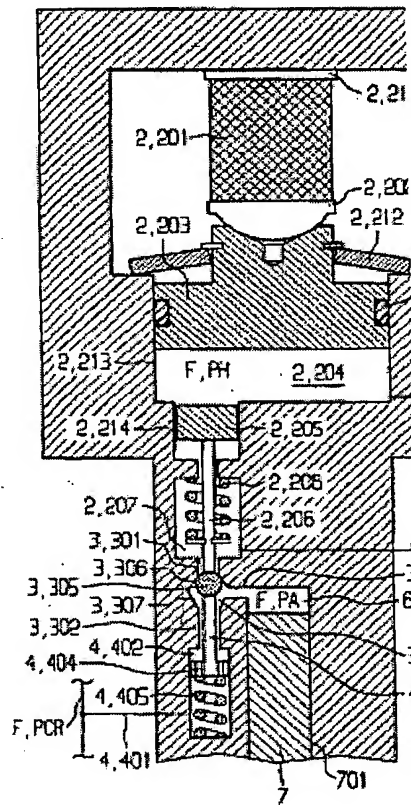
- European: F02M47/02; F02M47/02C; F02M47/02D; F02M59/46E2

Application number: DE19981044996 19980930

Priority number(s): DE19981044996 19980930

Abstract of DE19844996

The dispenser has a control drive (2) driven by a piezoactuator (201), a fluid feed line (401), a working chamber (6) and a 3/2 way valve (3) with connecting lines to the fluid feed line, control drive and working chamber. The valve can be switched by movement of the control drive so that the working chamber is hydraulically connected either to the fluid feed line or to an outlet (5). The delivery of fluid is controlled by the pressure of fluid in the working chamber.





①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift ⑩ DE 198 44 996 A 1

⑤ Int. Cl. 7:
F 02 M 47/02
G 05 D 16/16
F 02 M 51/06

②① Aktenzeichen: 198 44 996.8
②② Anmeldetag: 30. 9. 1998
④③ Offenlegungstag: 13. 4. 2000

DE 198 44 996 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Kappel, Andreas, Dr., 81369 München, DE; Mock,
Randolf, Dr., 81739 München, DE; Meixner, Hans,
Prof. Dr., 85540 Haar, DE

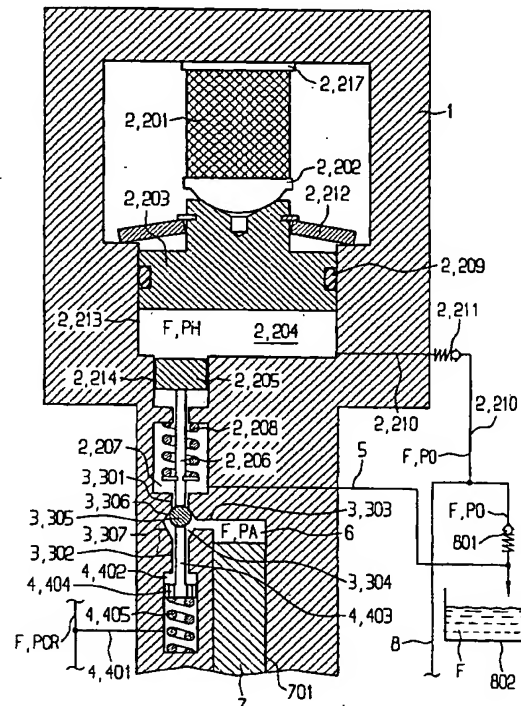
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 195 40 155 A1
EP 08 16 670 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung und Verfahren zur Dosierung von Fluid

⑤⑦ Dosiervorrichtung für Fluid, aufweisend einen Stellantrieb (2), dessen Hub steuerbar ist, eine mit Fluid (F) druckbeaufschlagbare Fluidzuleitung (401), eine Arbeitskammer (6) und ein 3/2-Wege-Ventil (3), an dessen Zuleitungen (301, 302, 303) die Fluidzuleitung (401), der Stellantrieb (2) und die Arbeitskammer (6) getrennt anschließbar sind, wobei mittels eines Hubs des Stellantriebs (2) das 3/2-Wege-Ventil (3) so schaltbar ist, daß die Arbeitskammer (6) entweder mit der Fluidzuleitung (401) oder mit einem Ablauf (5) hydraulisch in Verbindung steht und mittels des Drucks (PA) des Fluids (F) in der Arbeitskammer (6) eine Abgabe von Fluid (F) steuerbar ist.



DE 198 44 996 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur dosierten Abgabe von Fluid.

Eine schnelle und exakte Dosierung von Fluid ist für viele Anwendungsbereiche wichtig. Beispielsweise ist die dosierte Einspritzung von Kraftstoff in einen Verbrennungsmotor eine wesentliche Voraussetzung für eine Steuerung der Verbrennung im Motor und damit einer verbesserten Leistung und einer reduzierten Abgabe von Schadstoff. So besteht beim direkteinspritzenden Dieselmotor der Wunsch nach einem Einspritzsystem, das Nachteile eines herkömmlichen Einspritzsystems bzgl. einer Geräusch- und Abgasemission überwindet. Ein neuartiges Einspritzsystem zur Vermeidung dieser Nachteile ist das sogenannte "Common-Rail"-System, bei dem der Dieselmotorkraftstoff von einer zentralen Hochdruck-Förderpumpe in eine allen Zylindern gemeinsame Kraftstoff-Versorgungsleitung ("Common-Rail") gefördert wird. Die Zumessung des Kraftstoffs erfolgt über einen jedem Zylinder individuell zugeordneten, elektronisch frei ansteuerbaren Einspritzer. Die mit Hilfe eines "Common-Rail"-Einspritzsystems erzielbare Verbesserung des motorischen Betriebsverhaltens resultiert im wesentlichen aus einem von der Motordrehzahl unabhängig regelbaren Einspritzdruck in Verbindung mit der Möglichkeit einer Steuerung des Einspritzverlaufs. Eine solche Steuerung des Einspritzverlaufs kann beispielsweise in der einfachen oder mehrfachen Piloteinspritzung, in einer Steuerung einer Einspritzrate oder in einer freien Steuerung des Kennfeldes von Spritzbeginn und Einspritzmenge bestehen.

Zur Realisierung dieses Schaltverhaltens muß ein Injektor einer sehr hohen dynamischen Anforderung genügen, z. B. sollte er eine kurze Antriebszeit und eine kurze Schaltzeit aufweisen.

Aus der US-Patentanmeldung 09/078,078 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ventilsteuerung bekannt, das zur Verwendung in einer Fluideinspritzung geeignet ist. Mittels eines Ventils ist der Druck eines Fluids in einer Arbeitskammer steuerbar, wobei über den Druck des Fluids in der Arbeitskammer eine Fluideinspritzung steuerbar ist. Der Druck in der Arbeitskammer wird mittels der Position eines Dichtelementes festgelegt, über die eine fluidische Verbindung zwischen Arbeitsraum und Ablauf ein- und ausschaltbar ist. Die Wirkweise der Absteuerkammer entspricht einem 2/2-Wege-Ventil, d. h. einem Ventil, das zwei Zuleitungen und zwei Schaltstellungen besitzt. In einer Schaltstellung verschließt das Dichtelement einen Ablauf, so daß die Arbeitskammer aus einer Fluidzuleitung mit Fluid druckbefüllt wird. In einer anderen Schaltstellung ist der Ablauf geöffnet, so daß das Fluid durch die Arbeitskammer abfließt und diese nicht druckbeaufschlagt. Bei geöffnetem Ablauf tritt ein beträchtlicher Fluidstrom von der Fluidzuleitung in den Ablauf auf. Der Hub des Ventils wird piezoelektrisch gesteuert, weil ein Piezoaktor eine sehr gute Schaltcharakteristik aufweist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, mit dem eine optimierte Fluiddosierung erreichbar ist.

Diese Aufgabe wird mit Hilfe der Merkmale der Ansprüche 1 und 24 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

Die Idee der Erfindung besteht im wesentlichen darin, einen Druck eines Fluids in einer Arbeitskammer, der den Dosiervorgang steuert, mittels der Betätigung eines 3/2-Wege-Ventils zu steuern. Dabei bezeichnet ein 3/2-Wege-Ventil ein Ventil, welches drei fluidische Zuleitungen und zwei Schaltzustände aufweist. Die Erfindung weist dazu einen mittels mindestens eines Piezoaktors angetriebenen Stellan-

trieb und eine Fluidzuleitung auf, welche jeweils an eine Zuleitung des 3/2-Wege-Ventils fluidisch angeschlossen sind. Die dazu dritte Zuleitung des 3/2-Wege-Ventils ist fluidisch mit der Arbeitskammer verbunden. Mittels einer Betätigung des Stellantriebs wird das 3/2-Wege-Ventil entweder so geschaltet, daß die Arbeitskammer mit der Fluidzuleitung fluidisch verbunden ist, oder so, daß die Arbeitskammer mit einem Abfluß fluidisch verbunden ist.

Eine solche Anordnung besitzt den Vorteil, daß die Bewegungsrichtung des Stellantriebs sowohl invertiert als auch nichtinvertiert einsetzbar ist, weil das 3/2-Wege-Ventil in Bezug auf seine Schaltstellungen symmetrisch arbeitet. Dadurch kann der konstruktive Aufbau des Stellantriebs bei gleichzeitig höherem Wirkungsgrad einfach gehalten werden.

Ein weiterer Vorteil ist, daß im Gegensatz zu einem 2/2-Wege-Ventil auch im betätigten Zustand kein signifikanter Verluststrom durch das 3/2-Wege-Ventil auftritt. Dies ermöglicht eine starke Entdrosselung des hydraulischen Belade- und Entladestroms der Arbeitskammer. Dadurch ergibt sich gegenüber einem 2/2-Wege-Ventil eine erheblich tiefere Absteuerung des Drucks in der Arbeitskammer.

Dadurch ergibt sich der Vorteil einer schnellen Schaltbarkeit, weil die exzellenten dynamischen Eigenschaften des Piezoaktors in einer gegenüber einem 2/2-Wege-Ventil verbesserter Weise auf das Druckverhalten in der Arbeitskammer und damit auf das allgemeine Schaltverhalten der Fluiddosierung übertragen werden.

Es ist vorteilhaft, wenn der Stellantrieb aus einem Piezoaktor, einer Hydraulikkammer und einer daran anschließenden Hubeinheit besteht, wobei ein Hub des Piezoaktors über die Hydraulikkammer an die Hubeinheit übertragbar ist. Die Verwendung einer hydraulischen Hubtransformation ist vorteilhaft zum Ausgleich thermischer oder durch Alterungs- sowie Setzeffekte bedingter Längenänderungen.

Es ist günstig, wenn die Hydraulikkammer leakagebehaftet ist, so daß in dieser ein Spülstrom auftritt. In einem solchen Spülstrom gehen möglicherweise auftretende Blasen in Lösung. Es ist sehr günstig, wenn die in der Hydraulikkammer befindliche Hydraulikflüssigkeit dem zu dosierenden Fluid entspricht, so daß auf eine aufwendige Isolierung der Hydraulikflüssigkeit vom Fluid verzichtet werden kann.

Aufgrund einer vergleichsweise einfachen Herstellung und der Möglichkeit, in der Hydraulikkammer einen hohen Druck zu erzeugen, ist die Verwendung einer kolbenhydraulischen Hubübertragung vorteilhaft. Dabei treibt der Piezoaktor einen Druckkolben an, der den Druck des Fluids in der Hydraulikkammer erhöht. Durch diesen erhöhten Druck wird ein Hubkolben bewegt, wobei über den Hub des Hubkolbens das 3/2-Wege-Ventil schaltbar ist. Wegen der Verwendung der Hydraulikkammer ist die Lage von Druckkolben und Hubkolben flexibel gestaltbar. So können sie entweder auf einer Linie, parallel aber seitenversetzt oder zueinander gekippt verschiebbar sein.

Es ist auch möglich, den Piezoaktor gleichzeitig als Druckkolben zu verwenden.

Der Stellantrieb kann statt mit einem Piezoaktor auch mittels eines elektrostriktiven oder magnetostriktiven Aktors angetrieben werden. Diese Aktoren besitzen ebenfalls nur eine geringe Totzeit, weisen aber gegenüber dem Piezoaktor Nachteile auf. So benötigt der magnetostriktive Aktor zum Betrieb eine vergleichsweise große Spule, während der elektrostriktive Aktor eine für viele Anwendungen zu geringe Curie-Temperatur aufweist.

Aufgrund seiner vergleichsweise einfachen Herstellung und flexiblen Handhabung wird als Piezoaktor ein keramischer Vielschicht-Piezoaktor bevorzugt. Bei der Verwendung eines keramischen Piezoaktors ist es vorteilhaft, wenn

dieser, beispielsweise durch die Wirkung eines Federelementes, druckvorgespannt ist, so daß zur Erhöhung der Lebensdauer schädliche Zugspannungen vermieden werden.

Zur Vergrößerung eines geringen Hubes des Piezoaktors ist es vorteilhaft, wenn der dieser Hub hydraulisch übersetzt wird. Eine hydraulische Hubübersetzung besitzt den Vorteil einer einfachen Konstruktion sowie einer flexiblen Auslegung der in sie mündenden Anschlüsse. Beispielsweise ist eine Hubübersetzung dadurch realisierbar, daß eine druckwirksame Fläche des Druckkolbens größer ist als diejenige des Hubkolbens, z. B. mittels verschiedener Durchmesser.

Zur Schaltung des 3/2-Wege-Ventils kann beispielsweise an der der Hydraulikkammer abgewandten Seite des Hubkolbens ein Hubstößel angebracht sein, der in eine erste Zuleitung des 3/2-Wege-Ventils hineinreicht.

Zur einfachen Handhabung und flexiblen Auslegung ist das 3/2-Wege-Ventil günstigerweise so aufgebaut, daß drei Zulaufe in eine Ventilkammer münden, in der sich ein Dichtelement befindet. Der erste Zulauf ist mit dem Abfluß, der zweite Zulauf mit der Fluidzuleitung und der dritte Zulauf mit der Arbeitskammer fluidisch verbunden. Durch das in der Ventilkammer vorhandene Dichtelement sind wahlweise der erste Zulauf oder der zweite Zulauf abdichtbar.

Vorteilhafterweise weisen der erste und der zweite Zulauf an ihrer Mündung in die Ventilkammer jeweils einen Ventilsitz auf. Zur einfachen Auslegung ist es weiterhin vorteilhaft, wenn das Dichtelement kugelförmig oder konisch ist, z. B. als Doppelkonus.

Zur einfachen Schaltung sind die Zulaufe des 3/2-Wege-Ventils vorteilhafterweise T-förmig ausgelegt, wobei der erste Zulauf und der zweite Zulauf gegenüberliegend in die Ventilkammer münden, und die Mündung des dritten Zulaufs senkrecht dazu liegt.

Es ist zur einfachen und verzugsfreien Schaltung vorteilhaft, wenn der Hubstößel an dem Dichtelement anliegt. Durch eine Verschiebung des Hubstößels in das 3/2-Wege-Ventil hinein ist das Dichtelement auf den zweiten Zulauf aufsetzbar und verschließt die Ventilkammer gegen die Fluidzuleitung. In diesem Zustand ist die Arbeitskammer mit dem – bevorzugt drucklosen – Ablauf fluidisch verbunden.

Bei einem Zurückziehen des Hubstößels aus der Ventilkammer wird das Dichtelement vom zweiten Zulauf abgehoben und auf den ersten Zulauf gedrückt. Dadurch wird eine fluidische Verbindung zwischen Arbeitskammer und Fluidzuleitung gebildet, so daß die Arbeitskammer so lange mit Fluid gefüllt wird bis in der Arbeitskammer der Druck der Fluidzuleitung erreicht ist. Die Verbindung zwischen Ventilkammer und Ablauf ist durch das Dichtelement verschließbar. Die Verschiebung des Dichtelementes in der Ventilkammer auf den ersten Zulauf ist sowohl durch den Druck des Fluids in der Zuleitung als auch zusätzlich durch mechanische Rückstellelemente, beispielsweise ein oder mehrere Federelemente oder eine Kolbenstange realisierbar.

Mit Hilfe des Drucks des Fluids in der Arbeitskammer ist die Dosiervorrichtung schaltbar. Dies geschieht bevorzugt dadurch, daß die Arbeitskammer auf einer Seite von einem axial verschiebbaren Arbeitskolben begrenzt wird. Bei einem hohen Druck des Fluids in der Arbeitskammer wird der Arbeitskolben gegen entgegenwirkenden Kräfte von der Arbeitskammer weggedrückt. Bei einem geringen Druck in der Arbeitskammer drückt die dem Druck des Fluids in der Arbeitskammer entgegengesetzt wirkenden Kraft den Arbeitskolben in Richtung der Arbeitskammer. Dieser Hub des Arbeitskolbens wird günstigerweise dazu verwendet, einen Dosiervorgang zu steuern.

Dies geschieht vorteilhafterweise dadurch, daß der Arbeitskolben mit einer Einspritz-Düsennadel verbunden ist,

durch welche eine oder mehrere Einspritzöffnungen abhängig vom Hub des Arbeitskolbens verschließbar sind. Eine Öffnung der Einspritzdüsenadel wiederum steuert die Abgabe von Fluid aus den Einspritzöffnungen in den Außenraum.

Dabei ist es bei einem hohen Druck des Fluids in der Fluidzuleitung vorteilhaft, wenn der Arbeitskolben oder damit verbundene Bauteile druckbeaufschlagte Steuerflächen aufweisen. Dies ist beispielsweise dadurch realisierbar, daß der Arbeitskolben nicht nur an die Arbeitskammer grenzt, sondern auch an eine davon getrennte Einspritzkammer. Durch den Druck des Fluids in der Arbeitskammer und in der Einspritzkammer werden auf den Arbeitskolben jeweils entgegenwirkende Kräfte ausgeübt.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn die druckwirksame Fläche des Arbeitskolbens in Bezug auf die Arbeitskammer größer ist als die druckwirksamen Flächen der Steuerflächen. Eine solche Anordnung besitzt den Vorteil, daß erstens auf mechanische Komponenten zur Rückstellung des Arbeitskolbens verzichtet werden kann und zweitens, daß ein schnelles Schalten bei einfacher Herstellung gegeben ist.

Die Erfindung ist nicht auf eine geometrische Anordnung beschränkt. Aufgrund der Verwendung der Hydraulikkammer ist beispielsweise eine weitgehend freie Anordnung von Druckkolben und Hubkolben möglich, z. B. durch eine Verwendung von Druckzuleitungen.

Auch ist die Erfindung nicht auf eine Dosierung eines speziellen Fluides beschränkt, sondern ist zur Verwendung allgemeiner Fluide geeignet. So sind als Fluide neben Kraftstoffen wie Benzin, Diesel, Alkohol und Methanol auch Flüssigkeiten wie Wasser oder Bremsflüssigkeit einsetzbar, oder auch Gase wie Methan oder Luft.

In den folgenden Ausführungsbeispielen werden die Vorrichtung und das Verfahren zur Dosierung von Fluid schematisch näher ausgeführt.

Fig. 1a zeigt einen Teil einer Dosiervorrichtung mit dem Stellantrieb und dem 3/2-Wege-Ventil,

Fig. 1b zeigt ein an Fig. 1a anschließendes Ausführungsbeispiel im Bereich der Einspritzöffnungen,

Fig. 2a skizziert mehrere Anordnungen des Stellantriebs,

Fig. 2b zeigt die zu Fig. 2a analoge Anordnung des Stellantriebs in Aufsicht,

Fig. 3 zeigt eine Ausgestaltung einer gedrosselten Zuleitung,

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer Dosiervorrichtung im Antriebsbereich.

Fig. 1a zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht den Antriebsteil einer Dosiervorrichtung.

In einem Gehäuse 1 ist ein Stellantrieb 2 vorhanden. Der Stellantrieb 2 weist einen Piezoaktor 201 auf, der über mindestens eine Distanzscheibe 217 am Gehäuse 1 angebracht ist. Der Piezoaktor 201 ist als keramischer Vielschicht-Piezoaktor ausgeführt. Die elektrischen Anschlüsse des Piezoaktors sind nicht dargestellt. Der Piezoaktor 201 liegt über einer Kugelscheibe 202 an einem Druckkolben 203 auf. Der Druckkolben 203 ist axial verschiebbar in einer primärseitigen Bohrung 213 führbar. Der Druckkolben 203 wird mittels einer Tellerfeder 212 an die Kugelscheibe 202 gedrückt. Dadurch wird der als keramischer Vielschicht-Piezoaktor ausgeführte Piezoaktor 201 mechanisch druckvorgespannt, wodurch sich aufgrund der Vermeidung schädlicher Zugspannungen eine erhöhte Lebensdauer ergibt. Die Druckvorspannung ist über die Stärke der Tellerfeder 212 und über die Höhe der mindestens einen Distanzscheibe 217 einstellbar.

Die Tellerfeder 212 ist aufgrund eines einfachen Einbaus vorteilhaft. Für einen langandauernden Betrieb wird eine Rohrfeder anstatt der Tellerfeder 212 bevorzugt, wobei der

Piezoaktor 201 innerhalb der zylinderförmigen Rohrfeder eingebracht ist.

Eine Hydraulikkammer 204 wird innerhalb der primärseitigen Bohrung 213 gebildet und wird durch das Gehäuse 1 und den Druckkolben 203 begrenzt. In die Hydraulikkammer 204 mündet eine sekundärseitige Bohrung 214. Die Hydraulikkammer 204 wird über eine Befüllzuleitung 210 mit einem Fluid F druckbeaufschlagt. In der Befüllzuleitung 210 befindet sich ein in Richtung der Hydraulikkammer 204 öffnendes Befüllventil 211. Zum Schutz des Piezoaktors 201 vor dem Fluid F in der Hydraulikkammer 204 ist am äußeren Umfang des Druckkolbens 203 ein Dichtring 209 angebracht.

Die sekundärseitige Bohrung 214 liegt in Bezug auf die primärseitige Bohrung 213 parallel, aber seitenversetzt. Innerhalb der sekundärseitigen Bohrung 214 ist ein Hubkolben 205 axial verschiebbar angebracht. Die Passung zwischen Hubkolben 205 und Gehäuse 1 ist leakagebehaftet. Auf der der Hydraulikkammer 204 abgewandten Seite des Hubkolbens 205 ist ein Hubstößel 206 befestigt. Der Hubstößel 206 ragt in einen ersten Zulauf 301 des 3/2-Wege-Ventils 3 hinein. Der Hubkolben 205 und der Hubkolben 206 sind in diesem Ausführungsbeispiel als ein Teil ausgeführt.

Die Verwendung der Hydraulikkammer 204 weist den Vorteil auf, daß eine thermische oder durch Setz- oder Alterungseffekte bedingte Längenänderung des Gehäuses 1 oder der in einem Kraftschluß mit der Hydraulikkammer 204 befindlichen Elemente ausgleichbar ist, weil die kraftübertragende Wirkung der Hydraulikkammer 204 nicht signifikant von einer Änderung ihres Volumens abhängt.

Auch ergibt sich der Vorteil einer problemlosen Verwendung der seitenversetzten Anordnung von primärseitiger Bohrung 213 und sekundärseitiger Bohrung 214.

Ein Teil des Hubstößels 206 wird durch eine Absteuerkammer 207 geführt. In die Absteuerkammer 207 mündet ein druckloser Ablauf 5. Der Hubstößel 206 wird innerhalb der Absteuerkammer 207 mit Hilfe eines Federelementes 208 in Richtung des 3/2-Wege-Ventils 3 gedrückt, so daß der Hubstößel 206 auf einem Dichtelement 305 des 3/2-Wege-Ventils 3 aufliegt.

Das 3/2-Wege-Ventil 3 ist T-förmig ausgeführt, wobei der erste Zulauf 301 und ein zweiter Zulauf 302 getrennt, aber auf einer Längsachse liegend in eine Ventilkammer 304 münden. Dazu senkrecht mündet ein dritter Zulauf 303 in die Ventilkammer 304. Die Mündung des ersten Zulaufs 301 in die Ventilkammer 304 ist in Form eines ersten Ventilsitzes 306 ausgeführt, die Mündung des zweiten Zulaufs 302 in die Ventilkammer 304 in Form eines zweiten Ventilsitzes 307 ausgeführt. Die Ventilsitze 306, 307 sind so ausgeführt, daß bei einem Aufliegen des sphärischen Dichtelementes 305 auf einem der Ventilsitze 306, 307 die Ventilkammer 304 gegen den jeweils zugehörigen Zulauf 301, 302 verschließbar ist. Das Dichtelement 305 ist zwischen dem ersten Ventilsitz 306 und dem zweiten Ventilsitz 307 verschiebbar ausgeführt.

Durch den zweiten Zulauf 302 führt eine Kolbenstange 403 als Teil einer Zufuhrvorrichtung 4 für Fluid F. Die Kolbenstange 403 ist auf ihrem der Ventilkammer entgegengesetzt angeordneten Ende kolbenförmig ausgeführt und mit diesem kolbenartigen Ende innerhalb eines Federraums 402 axial verschiebbar angeordnet. Mittels einer im Federraum 402 angebrachten Druckfeder 405 ist die Kolbenstange an das Dichtelement 305 preßbar. In den Federraum 402 führt eine Fluidzuleitung 401, durch die der Federraum 402 und der zweite Zulauf 302 mit Fluid F unter einem Zuleitungsdruck PCR befüllbar sind. Der Zuleitungsdruck PCR beträgt typischerweise 100–2500 bar, vorzugsweise

1000–1500 bar. Zur verbesserten Zufuhr von Fluid F in den zweiten Zulauf 302 ist die Kolbenstange 403 mit Bohrungen 404 ausgestattet, die die beiden Stirnflächen der Kolbenstange 403 innerhalb des Federraums 402 fluidisch verbindet. Aus dem gleichen Grund ist das Spaltmaß zwischen der Kolbenstange 403 und dem zweiten Zulauf 302 so gewählt, daß die Strömung des Fluids F nicht beeinträchtigt wird.

Das Federelement 208 in der Absteuerkammer 207 und die Druckfeder 405 im Federraum 402 stellen sicher, daß der Hubstößel 206 und die Kolbenstange 403 auf Anlage mit dem Dichtelement 304 gehalten werden. Auch bewirken sie, daß sich das Dichtelement 305 im Grundzustand in einer definierten Position befindet. Zudem bewerkstelligen sie das Rückstellen und Schließen des 3/2-Wege-Ventils bei einer Beendigung einer Betätigung eines Dosiervorgangs. Eine Betätigung des Dichtelementes 305 über den Hubstößel 206 und die Kolbenstange 403 bietet eine hohe konstruktive Freiheit für die optimale Auslegung von Federkräften und Federcharakteristiken.

Wenn das Dichtelement 305 die Ventilkammer 304 gegen den ersten Zulauf 301 verschließt, besteht eine fluidische Verbindung zwischen dem zweiten Zulauf 302 und dem dritten Zulauf 303 und somit eine Verbindung zwischen der Fluidzuleitung 401 und der Arbeitskammer 6. Analog besteht bei einem durch das Dichtelement 305 verschlossenen zweiten Zulauf 302 eine fluidische Verbindung zwischen dem ersten Zulauf 301 und dem dritten Zulauf 303. In diesem Falle besteht eine fluidische Verbindung zwischen der Arbeitskammer 6 und dem Ablauf 5. Die Arbeitskammer 6 wird innerhalb einer Arbeitsbohrung 701 des Gehäuses 1 gebildet, wobei das Gehäuse 1 und ein in der Arbeitsbohrung 701 hydraulisch dicht und axialverschiebbar eingebrachter Arbeitskolben 7 die Arbeitskammer 6 begrenzen. Mittels des Drucks PA des Fluids F in der Arbeitskammer 6 ist eine axial gerichtete Bewegung des Arbeitskolbens 7 steuerbar. Über den Hub des Arbeitskolbens 7 ist eine Abgabe von Fluid aus dem Gehäuse 1 heraus steuerbar, beispielsweise indem durch den Arbeitskolben 7 das Öffnen und Schließen mindestens einer Öffnung zwischen einem Fluidraum und einem Außenraum steuerbar ist.

Der dritte Zulauf 303 ist bevorzugt mit einer Konstantdrossel versehen, die einen von der Strömungsrichtung abhängigen Durchflußbeiwert aufweist. Diese Konstantdrossel ist so orientiert, daß das Absteuern des Drucks PA in der Arbeitskammer 6 über einen kleineren Strömungsbeiwert und somit langsamer erfolgt als das Wiederbefüllen, für das ein höherer Strömungsbeiwert maßgebend ist. Hierdurch ist vorteilhafterweise eine langsame Verschiebung des Arbeitskolbens 7 in Richtung der Arbeitskammer gegeben, beispielsweise zum weichen Öffnen einer Dosieröffnung und andererseits läßt sich ein günstiges, schnelles Bewegen des Arbeitskolbens 7 von der Arbeitskammer 6 weg, beispielsweise zum schnellen Verschließen einer Dosieröffnung erzielen.

Im Grundzustand ist der piezoelektrische Piezoaktor 201 entladen und damit in axialer Richtung minimal ausgedehnt. Mittels der Tellerfeder 212 wird auch der Druckkolben 203 maximal von der Hydraulikkammer 204 weg gedrückt. Der Druck PH des Fluids F in der Hydraulikkammer 204 entspricht dem Standdruck P0 des Fluids F in der Befüllzuleitung 210, abzüglich des Öffnungsdrucks des Befüllventils 211 (typischerweise 1–5 bar). Die Druckfeder 405 in Federraum 402 hält das Dichtelement 305 entgegen der vom Federelement 208 in der Absteuerkammer 204 und dem Druck PH in der Hydraulikkammer 204 auf den Hubkolben 205 ausgeübten Kraft am ersten Ventilsitz 306. Der Hubkolben 205 ist in der sekundärseitigen Bohrung 214 leakagebehaftet eingepaßt, so daß ein Leckagestrom von Fluid F aus der Hy-

draulikkammer 204 durch die Passung zwischen Hubkolben 205 und Gehäuse 1 in die Absteuerkammer 207 und von dort aus in den drucklosen Ablauf 5 auftritt. Der Standdruck P0 des Fluids F in der Befüllzuleitung 210 beträgt vorteilhafterweise 1–25 bar, typischerweise 1–15 bar.

Durch den Leckagestrom wird vorteilhafterweise eine blasenfreie Befüllung der Hydraulikkammer 204 gewährleistet, da in der Hydraulikkammer 204 möglicherweise auftretende residuelle Gasblasen in Lösung gehen können.

Im Grundzustand sind die Fluidzuleitung 401 und die Arbeitskammer 6 über den Federraum 402, die zweite Zuleitung 302, die Ventilkammer 304 und den dritten Zulauf 303 fluidisch miteinander verbunden. Der Druck PA des Fluids F in der Arbeitskammer 6 entspricht dem Zuleitungsdruck PCR des Fluids F in der Fluidzuleitung 401. Der Arbeitskolben 7 ist maximal von der Arbeitskammer 6 weg verschoben und verschließt in dieser Stellung mindestens eine Einspritzöffnung 708, so daß kein Fluid F abgegeben wird.

Zur Einleitung eines Dosiervorgangs wird der Piezoaktor 201 möglichst schnell auf seine volle Betriebsspannung aufgeladen. Die damit mit großer Kraft einhergehende Ausdehnung des Piezoaktors 201 in axialer Richtung wird über die dem Ausgleich von Verkipnungen und Nichtparallelitäten dienende Kugelscheibe 202 auf den Druckkolben 203 übertragen. Dadurch wird in der Hydraulikkammer 204 ein hoher Druck PH erzeugt, der zunächst das Befüllventil 211 schließt und anschließend bei einer Überwindung der durch die Druckfeder 405 im Federraum 402 ausgeübten Kraft eine Verschiebung des Hubkolbens 205 in Richtung des 3/2-Wege-Ventils 3 zur Folge hat. Aufgrund der gegenüber dem Druckkolben 203 kleineren druckwirksamen Fläche des Hubkolbens 205 erfolgt diese Bewegung hubübersetzt. Die Hubübersetzung ergibt den Vorteil, daß ein relativ kleiner Hub des Piezoaktors 201 in einen zur Schaltung des 3/2-Wege-Ventils 3 notwendigen, größeren Hub des Hubkolbens 205 transformierbar ist. Durch diesen Hub des Hubkolbens 205 wird das Dichtelement 305 über den Hubstößel 206 auf den zweiten Ventilsitz 307 gepreßt, der somit verschlossen wird. Gleichzeitig wird durch eine Freigabe des ersten Zulaufs 301 eine fluidische Verbindung zwischen der Arbeitskammer 6 und der drucklosen Absteuerkammer 207 hergestellt. Die Hubübersetzung zwischen Druckkolben 203 und Hubkolben 205 ist so ausgelegt, daß beim Anschlagen des Dichtelementes 305 am zweiten Ventilsitz 307 noch eine ausreichende Hubreserve vorhanden ist, die es erlaubt, das 3/2-Wege-Ventil 3 trotz der in der Hydraulikkammer 204 auftretenden Leckage eine ausreichende Zeit geöffnet zu halten. Andererseits ist die Leckage so dimensioniert, daß bei einer Unterbrechung der Stromzufuhr zum Piezoaktor im geladenen Zustand des Piezoaktors ein selbsttätiges Schließen des 3/2-Wege-Ventils gewährleistet ist.

Durch das Öffnen der fluidischen Verbindung zwischen Arbeitskammer 6 und Abfluß 5 baut sich der Druck PA in der Arbeitskammer 6 sehr schnell auf den im Ablauf 5 herrschenden Umgebungsdruck ab. Dadurch kann beispielsweise der Arbeitskolben 7 in Richtung der Arbeitskammer 6 verschoben werden, so daß durch ein Öffnen einer Einspritzdüse eine Abgabe von Fluid eingeleitet werden kann.

Durch eine Entladung des piezoelektrischen Piezoaktors 201 wird der Dosiervorgang beendet. Bei der Kontraktion des Piezoaktors 201 bewirkt die Tellerfeder 212 einerseits die Rückstellung von Druckkolben 203 und Kugelscheibe 202, andererseits ist durch die Tellerfeder 212 gewährleistet, daß diese Elemente auch im dynamischen Lastfall beständig unter einer mechanischen Druckkraft bleiben, was für die Lebensdauer des Piezoaktors von ausschlaggebender Bedeutung ist. Bei einem Rückzug des Druckkolbens 203 sinkt aufgrund des während der Betätigungsdauer aufgetretenen

Leckageverlustes der Druck PH in der Hydraulikkammer 204 kurzzeitig unter den Standdruck P0. Dadurch öffnet das Befüllventil 211 und die Leckageverluste werden schnell nahezu ausgeglichen.

Bei der Relaxierung des Drucks PH in der Hydraulikkammer 204 werden der Hubkolben 205, der mit diesem verbundene Hubstößel 206, das Dichtelement 305 und die Kolbenstange 403 soweit zurückgestellt, bis der erste Ventilsitz 306 wieder verschlossen und der zweite Ventilsitz 307 wieder geöffnet ist. Der Druck PA des Fluids F in der Arbeitskammer 6 läßt sich daraufhin wieder auf den Zuleitungsdruck PCR in der Fluidzuleitung 401 auf. Dadurch wird der Arbeitskolben 7 wieder von der Arbeitskammer weg verschoben und verschließt die mindestens eine Einspritzöffnung 708.

Fig. 1b zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht eine vorteilhafte Ausgestaltung eines Zumeßbereichs einer an Fig. 1a anschließenden Dosiervorrichtung.

An der der Arbeitskammer 6 abgewandten Seite des Arbeitskolbens 7 ist eine Arbeitskolbenstange 704 angebracht. Die Arbeitskolbenstange 704 führt durch eine Nadelkammer 702, welche als Erweiterung der Arbeitsbohrung 701 ausgeführt ist. Die Arbeitskolbenstange 704 wird durch eine sich am Gehäuse 1 abstützenden Nadelfeder 703 von der Arbeitskammer 6 weggedrückt. Auf der dem Arbeitskolben 7 abgewandten Seite ist in die Arbeitskolbenstange 704 eine Düsenadel 707 lose eingesteckt. Durch die Düsenadel 707, deren Hub von einer Führung 710 geführt wird, sind eine oder mehrere Einspritzöffnungen 708 verschließbar. Durch die Nadelfeder 703 wird sichergestellt, daß die Arbeitskolbenstange 704 sich immer auf Anlage mit der Düsenadel 707 befindet. In die Nadelkammer 702 mündet ein Leckagerücklauf 8, welcher über ein Rücklaufventil 801 in einen drucklosen Tank 802 führt. Das Rücklaufventil 801 besitzt einen Öffnungsdruck von P0, so daß der Druck P0 des Fluids F im Leckagerücklauf 8 dem an der damit verbundenen Befüllzuleitung 210 anliegenden Druck P0 entspricht. An der Düsenadel 707 ist ein Teil der Arbeitsbohrung 701 in Form einer Einspritzkammer 705 erweitert. Innerhalb der Einspritzkammer 705 ist die Düsenadel 707 mit mindestens einer Steuerfläche 711 ausgestattet. Die Einspritzkammer 705 wird mittels einer Einspritz-Zuleitung 706, welche von der Fluidzuleitung 401 abzweigt, mit einem Fluid F unter einem Zuleitungsdruck PCR druckbeaufschlagt. Durch den Zuleitungsdruck PCR des Fluids F in der Einspritzkammer 705 auf die Steuerfläche 711 wird eine Kraft auf die Düsenadel 707 und damit auf den Arbeitskolben 7 ausgeübt, welche der vom Druck PA in der Arbeitskammer 6 bewirkten Kraft auf den Arbeitskolben 7 entgegengesetzt ist. Bei geöffneten Einspritzöffnungen 708 wird Fluid F von der Einspritzkammer 705 über die Einspritzöffnungen 708 in den Außenraum dosiert abgegeben. Durch eine Passung zwischen der Düsenadel 707 und dem Gehäuse sowie der Passung zwischen Arbeitskolben 7 und Gehäuse 1 ergibt sich jeweils ein Leckagestrom in die Nadelkammer 702, aus der das Fluid F über den Leckagerücklauf 8 abgeführt wird. Im Ruhezustand der Dosiervorrichtung liegt an der Arbeitskammer der volle Zuleitungsdruck PCR an. Die druckwirksame Fläche des Arbeitskolbens 7 ist größer als die in Gegenrichtung wirkende druckwirksame Steuerfläche 711. Dadurch ergibt sich eine resultierende Kraft, die den Arbeitskolben 7 und die Düsenadel 7 von der Arbeitskammer 6 weg verschiebt, so daß die Düsenadel 707 auf die Einspritzöffnungen 708 gedrückt wird und diese verschließt.

Zur Einleitung eines Einspritzvorganges wird die Arbeitskammer 6 fluidisch mit dem Ablauf 5 verbunden, so daß der Druck PA in der Arbeitskammer auf den Außendruck ab-

sinkt. Dadurch überwiegt die an der Einspritzdüsenadel 707 und am Arbeitskolben 7 durch den Zuleitungsdruck PCR in der Einspritzkammer 705 auf die Steuerfläche 711 ausgeübte Kraft, so daß der Arbeitskolben 7 und die Düsenadel 707 in Richtung der Arbeitskammer 6 verschoben werden. Dadurch werden die Einspritzöffnungen 708 geöffnet und es fließt Fluid aus der Einspritzzuleitung 706 über die Einspritzkammer 705 und die Einspritzöffnungen 708 in den Außenraum.

Zur Beendigung des Einspritzvorgangs wird die Arbeitskammer 6 wiederum mit der Fluidzuleitung 401 fluidisch verbunden, wodurch der Druck PA in der Arbeitskammer 6 wiederum auf den Druck PCR in der Fluidzuleitung 401 ansteigt, so daß der Arbeitskolben 7 die Düsenadel 707 wieder auf die Einspritzöffnungen 708 verschiebt.

In Fig. 2a ist die relative Lage der primärseitigen Bohrung 213 zur sekundärseitigen Bohrung 214 mit dem darin enthaltenen Druckkolben 203 bzw. Hubkolben 205 dargestellt, in Fig. 2b ist die zu Fig. 2a analoge Lage der Bohrungen 213, 214 in Aufsicht dargestellt.

In Lage (i) sind die primärseitige Bohrung 213 und die sekundärseitige Bohrung 214 zueinander auf einer Längsachse angeordnet, die sekundärseitige Bohrung 214 mündet zentrisch in die primärseitige Bohrung 213. Die Bewegungsrichtung von Druckkolben 203 und Hubkolben 205 liegen somit ebenfalls auf einer Geraden.

In Lage (ii) liegt die Längsachse der primärseitigen Bohrung 213 parallel zur Längsachse der sekundärseitigen Bohrung 214, die beiden Bohrungen 213 und 214 sind zueinander seitlich versetzt. Die Bewegungsrichtung von Druckkolben 203 und Hubkolben 205 ist analog parallel und versetzt. Die sekundärseitige Bohrung 214 mündet wie in Lage (i) in eine Stirnfläche der primärseitigen Bohrung 213.

In Situation (iii) ist die sekundärseitige Bohrung 214 soweit an den Rand der primärseitigen Bohrung 213 gerückt, daß die Wände der beiden Bohrungen 213, 214 teilweise ineinander übergehen.

In Lage (iv) ist die sekundärseitige Bohrung 214 soweit in Bezug auf die primärseitige Bohrung 213 dezentriert, daß sie nur noch teilweise in die primärseitige Bohrung 213 mündet.

In Lage (v) sind die primärseitige Bohrung 213 und die sekundärseitige Bohrung 214 soweit zueinander seitlich versetzt, daß zwischen beiden eine Verbindungsleitung eingebracht worden ist.

Die Verwendung einer Hydraulikkammer 204 besitzt aufgrund der weitgehend isotropen Eigenschaften des Fluids F den Vorteil, daß die beiden Bohrungen 213, 214 in einem beliebigen Winkel zueinander eingebracht sein können. Zudem ergibt sich der Vorteil, daß auch eine komplexer aufgebaute Verbindung zwischen ihnen vorhanden sein kann.

Fig. 3 zeigt in Schnittdarstellung als Seitenansicht eine Konstantdrossel mit einem von der Strömungsrichtung abhängigen Durchflußbeiwert.

Diese Konstantdrossel ist als Diffusor/Düse-Element ausgeführt und entspricht grundsätzlich einer konischen Drosselbohrung. Die Konstantdrossel ist so orientiert, daß ein Befüllen der Arbeitskammer 6 durch einen Strom von Fluid F aus der Ventilkammer 304 mit einem höheren Strömungsbeiwert α_1 in die Arbeitskammer 6 geschieht. Diese Strömungsrichtung geschieht in Fig. 3 von links nach rechts und ist durch den mit α_1 bezeichneten Pfeil gekennzeichnet.

Das Absteuern des Drucks PA in der Arbeitskammer 6 bei einer fluidischen Verbindung mit dem Ablauf 5 geschieht von rechts nach links mit einem kleineren Strömungsbeiwert α_2 . Das Ausströmen des Fluids F aus der Arbeitskammer PA geschieht langsamer als das Befüllen der Arbeitskammer 6. Die Flußrichtung des Fluids F beim Absteuern

der Arbeitskammer 6 ist durch den mit α_2 bezeichneten Pfeil gekennzeichnet.

Durch eine solche Gestaltung der Konstantdrossel ergibt sich beispielsweise für den Einsatz in einem Kraftstoff-Einspritzer für einen Verbrennungsmotor ein für das Verbrenungsgeräusch vorteilhaftes weiches Öffnen des Arbeitskolbens 7 und andererseits ein verbrennungstechnisch günstiges schnelles Schließen der Düsenadel 707.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführung der Antriebssektion einer Dosiervorrichtung.

In diesem Ausführungsbeispiel stimmt die Längsachse der primärseitigen Bohrung mit der Längsachse der sekundärseitigen Bohrung 214 überein, d. h. daß die sekundärseitige Bohrung 214 zentriert in die primärseitige Bohrung 213 mündet.

Zwischen Druckkolben 203 und Hubkolben 205 ist eine weitere Druckfeder 901 angebracht, über die zusätzlich zum hydraulischen Kraftschluß ein mechanischer Kraftschluß zwischen Druckkolben 203 und Hubkolben 205 vorhanden ist. Diese weitere Druckfeder 901 dient vorteilhafterweise zur Unterstützung der Rückstellung des Hubkolbens 205.

Zur vorteilhaften Vereinfachung des Aufbaus der Dosier- vorrichtung ist keine Absteuerkammer 207 mit dem darin enthaltenen Federelement 208 vorhanden. Die Rückstellung des Hubkolbens 205 und das auf Anlage Halten der Elemente Hubkolben 205, Hubstößel 206, Dichtelement 305 und der Druckfeder 405 im Federraum 402 geschieht ausschließlich über die Differenz des Drucks PH in der Hydraulikkammer 204, (typischerweise 5–15 bar) und der vorzugsweise drucklosen Absteuerkammer 207 sowie optional zusätzlich mit Hilfe der Druckfeder 405 und der weiteren Druckfeder 901.

Zur schnelleren Entlüftung 204, beispielsweise bei einer Erstinbetriebnahme, ist eine Entlüftungsschraube 216 vorhanden. Die Druckfeder 405 des Federraums 402 greift direkt am Dichtelement 305 an.

Anstatt der mit dem Befüllventil 211 ausgestatteten Befüllzuleitung 210 kann alternativ eine gedrosselte Befüllzuleitung 210 verwendet werden. Die gedrosselte Befüllzuleitung 210 besitzt den Vorteil einer einfacheren Herstellung, aber den Nachteil einer langsameren Befüllung der Hydraulikkammer 204. Auch können sowohl eine mit einem Befüllventil 211 ausgestattete Befüllzuleitung 210 als auch zusätzlich eine gedrosselte Befüllzuleitung 210 verwendet werden. Bei gleichzeitiger Verwendung einer mit dem Befüllventil 211 ausgestatteten Befüllzuleitung 210 und einer gedrosselten Befüllzuleitung 210 wird die Hydraulikkammer zunächst vorwiegend über das Befüllventil 211 aufgefüllt. Die verbleibende Druckdifferenz zwischen dem Druck PH in der Hydraulikkammer 204 und den Standdruck P0 (die dem Öffnungsdruck des Befüllventils 211 entspricht) ist dann über die gedrosselte Befüllzuleitung 210 auffüllbar.

Falls lediglich eine gedrosselte Befüllzuleitung 210 in die Hydraulikkammer 204 mündet, kann bei einer Beendigung des Einspritzvorgangs der Druck PH in der Hydraulikkammer 204, je nach Höhe der während der Betätigungsphase auftretenden Leckage, beim Rückstellen des Hubkolbens 205 kurzzeitig erheblich unter den Standdruck P0 fallen. Zur Vermeidung einer Kavitation muß die während der maximal erforderlichen Einspritzdauer mögliche Leckage durch eine geeignete Passung für Hubkolben 205 und Hubstößel 206 so gering gehalten werden, daß der Druck PH in der Hydraulikkammer 204 beim schlagartigen Zurückstellen des Druckkolbens 203 nicht ca. 1 bar unterschreitet. Dies ist problemlos möglich. Dem Auftreten einer Kavitation kann auch durch eine Anhebung des Standdrucks P0 auf ein höheres Druckniveau vorgebeugt werden.

Dieselbe Wirkung wie die gedrosselte Befüllzuleitung

210 läßt sich auch durch eine radiale Befüllbohrung erreichen, die in die primärseitige Bohrung 213 mündet. Eine Abstimmung der Drosselwirkung erfolgt in diesem Fall über die Länge und die Spaltbreite der Passung von Druckkolben 203 und Gehäuse 1, über die die Befüllbohrung mit der Hydraulikkammer 204 verbunden ist.

Zur Begrenzung des während der Schaltphase des 3/2-Wege-Ventils kurzzeitig auftretenden Verluststroms kann die Fluidzuleitung 401 gedrosselt ausgeführt sein.

Ein langsames Öffnen und ein schnelles Schließen der Düsennadel 707 sowie eine Begrenzung des Verluststroms kann auch durch ein Einfügen einer Konstantdrossel im Bereich des ersten Zulaufs 301 erfolgen. Ein ähnlicher Effekt kann auch durch eine unterschiedliche Gestaltung des ersten Ventilsitzes 306 und des zweiten Ventilsitzes 307 erreicht werden, beispielsweise durch unterschiedliche Winkel der beiden Ventilsitze 306, 307. Wegen der notwendigen Stöße 206, 403 ist dieser Methode jedoch eine praktische Grenze gesetzt.

Bezugszeichenliste

1 Gehäuse
2 Stellantrieb
201 Piezoaktor
202 Kugelscheibe
203 Druckkolben
204 Hydraulikkammer
205 Hubkolben
206 Hubstoßel
207 Absteuerkammer
208 Federelement
209 Dichtring
210 Befüllzuleitung
211 Befüllventil
212 Tellerfeder
213 primärseitige Bohrung
214 sekundärseitige Bohrung
215 zusätzliches Federelement
216 Entlüftungsschraube
217 Distanzscheibe
3 3/2-Wege-Ventil
301 erster Zulauf
302 zweiter Zulauf
303 dritter Zulauf
304 Ventilkammer
305 Dichtelement
306 erster Ventilsitz
307 zweiter Ventilsitz
4 Zufuhrvorrichtung für Fluid (F)
401 Fluidzuleitung
402 Federraum
403 Kolbenstange
404 Kolbenstangenbohrung
405 Druckfeder
5 Ablauf
6 Arbeitskammer
7 Arbeitskolben
701 Arbeitsbohrung
702 Nadelkammer
703 Nadelfeder
704 Arbeitskolbenstange
705 Einspritzkammer
706 Einspritzzuleitung
707 Düsennadel
708 Einspritzöffnung
709 Anschlag
710 Führung der Düsennadel (707)

711 Steuerfläche
8 Leckagerücklauf
801 Rücklaufventil
802 Tank
901 weitere Druckfeder
F Fluid
PA Druck des Fluids (F) in der Arbeitskammer (6)
PCR Zuleitungsdruck
PH Druck des Fluids (F) in der Hydraulikkammer (204)
P0 Standdruck

Patentansprüche

1. Dosiervorrichtung für Fluid, aufweisend einen mittels mindestens eines Piezoaktors (201) antreibbaren Stellantrieb (2),
 - eine mit Fluid (F) druckbeaufschlagbare Fluidzuleitung (401),
 - eine Arbeitskammer (6),
 - ein 3/2-Wege-Ventil (3), an dessen drei Zuläufen (301, 302, 303) die Fluidzuleitung (401), der Stellantrieb (2) und die Arbeitskammer (6) getrennt anschließbar sind, wobei
 - mittels eines Hubs des Stellantriebs (2) das 3/2-Wege-Ventil (3) so schaltbar ist, daß die Arbeitskammer (6) entweder mit der Fluidzuleitung (401) oder mit einem Ablauf (5) hydraulisch in Verbindung steht,
 - mittels des Drucks (PA) des Fluids (F) in der Arbeitskammer (6) eine Abgabe von Fluid (F) steuerbar ist.
2. Dosiervorrichtung nach Anspruch 1, bei der das 3/2-Wege-Ventil (3) aus einer Ventilkammer (304) und den drei darin mündenden Zuläufen (301, 302, 303) besteht, wobei
 - durch die Stellung eines in der Ventilkammer (304) befindlichen Dichtelementes (305) eine fluidische Verbindung zwischen dem ersten Zulauf (301) und dem dritten Zulauf (303) oder dem zweiten Zulauf (302) und dem dritten Zulauf herstellbar ist, wobei
 - der erste Zulauf (301) mit einem Abfluß (5) fluidisch in Verbindung steht,
 - der zweite Zulauf (302) mit der Fluidzuleitung (401) fluidisch in Verbindung steht,
 - der dritte Zulauf (303) mit der Arbeitskammer (6) fluidisch in Verbindung steht.
3. Dosiervorrichtung nach Anspruch 2, bei der das 3/2-Wege-Ventil (3) T-förmig ist, wobei
 - der erste Zulauf (301) und der zweite Zulauf (302) gegenüberliegend in die Ventilkammer (304) münden, und
 - ein Teil des Stellantriebs (2) durch den ersten Zulauf (301) hindurch am Dichtelement (305) anliegt.
4. Dosiervorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, bei der
 - die Mündung des ersten Zulaufs (301) in die Ventilkammer (304) in Form eines ersten Ventilsitzes (306) ausgeführt ist,
 - die Mündung des zweiten Zulaufs (302) in die Ventilkammer (304) in Form eines zweiten Ventilsitzes (307) ausgeführt ist,
 - das Dichtelement (305) sphärisch oder konisch ist und fluidisch dichtend sowohl in den ersten Ventilsitz (306) als auch in den zweiten Ventilsitz (307) einpaßbar ist.
5. Dosiervorrichtung nach Anspruch 4, bei der die

- Form des ersten Ventilsitzes (306) und des zweiten Ventilsitzes (307) unterschiedlich ausgestaltet ist.
6. Dosiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Hub des Piezoaktors (201) über eine mit dem Fluid (F) druckbeaufschlagte Hydraulikkammer (204) an einen in einer sekundärseitigen Bohrung (214) des Gehäuses (1) axialverschiebbar angeordneten Hubkolben (205) hydraulisch übertragbar ist.
7. Dosiervorrichtung nach einem Anspruch 6, bei der der Hub des Piezoaktors (201) hubübersetzt auf den Hubkolben (205) übertragbar ist.
8. Dosiervorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 7, bei der der Stellantrieb (2) einen Druckkolben (203) zwischen dem Piezoaktor (201) und der Hydraulikkammer (204) aufweist, der am Piezoaktor (201) aufliegt und der in einer primärseitigen Bohrung (213) des Gehäuses (1) axialverschiebbar angeordnet ist, wobei der Hub des Piezoaktors (201) über den Druckkolben (203) und die Hydraulikkammer (204) an den Hubkolben (205) weiterleitbar ist.
9. Dosiervorrichtung nach Anspruch 8, bei der die Hydraulikkammer (204) durch das Gehäuse (1), den Druckkolben (203) und den Hubkolben (205) begrenzt wird.
10. Dosiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Piezoaktor (201) mechanisch druckvorgespannt ist.
11. Dosiervorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, bei der die Hydraulikkammer (204) über mindestens eine gedrosselte oder mit einem Befüllventil (211) ausgestattete Befüllzuleitung (210) mit dem Fluid (F) druckbeaufschlagbar ist, welches leakagebehaftet aus der Hydraulikkammer (204) ableitbar ist.
12. Dosiervorrichtung nach Anspruch 11, bei der das Fluid (F) über eine leakagebehaftete Passung zwischen Hubkolben (205) und Gehäuse (1) aus der Hydraulikkammer (204) zum Abfluß (5) ableitbar ist.
13. Dosiervorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, bei der ein Hubstößel (206) an der der Hydraulikkammer (204) abgewandten Seite des Hubkolbens (205) vorhanden ist, der durch die erste Zuleitung (301) führt und der am Dichtelement (305) aufliegt.
14. Dosiervorrichtung nach Anspruch 13, bei der der Hubstößel (206) durch eine Absteuerkammer (207) geführt wird, in die der Ablauf (5) mündet.
15. Dosiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zwischen der Fluidzuleitung (401) und dem zweiten Zulauf (302) ein Rückstellfederraum (402) vorhanden ist, in dem eine Rückstellfeder (405) vorhanden ist, die durch den zweiten Zulauf (302) hindurch an das Dichtelement (305) preßbar ist.
16. Dosiervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der bei der zwischen der Fluidzuleitung (401) und dem zweiten Zulauf (302) ein Rückstellfederraum (402) vorhanden ist, wobei im Rückstellfederraum
- eine fluidisch durchlässige Kolbenstange (403) axialverschiebbar eingebracht ist,
 - eine Rückstellfeder (405) vorhanden ist, durch die die Kolbenstange (403) durch den zweiten Zulauf (302) hindurch an das Dichtelement (305) preßbar ist.
17. Dosiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der mittels des Drucks (PA) in der Arbeitskammer (6) ein Hub eines Arbeitskolbens (7) steuerbar ist, über den ein Abgabe von Fluid (F) steuerbar ist.
18. Dosiervorrichtung nach Anspruch 17, bei der die

- Arbeitskammer (6) ein Teil einer Kolbenbohrung (701) ist, in der der Arbeitskolben (7) axialverschiebbar angebracht ist, wobei die Arbeitskammer (6) durch das Gehäuse (1) und eine Stirnfläche des Arbeitskolbens (7) begrenzt wird.
19. Dosiervorrichtung nach einem der Ansprüche 17 oder 18, bei der der Arbeitskolben (7) an seiner der Arbeitskammer (6) abgewandten Fläche ein Dichtelement aufweist, durch welches mindestens eine nach Außen öffnende Einspritzöffnung (708) verschließbar ist.
20. Dosiervorrichtung nach Anspruch 18, bei der der Arbeitskolben (7) an einer der Arbeitskammer (6) abgewandten Fläche mit einer Düsenadel (707) verbunden ist, mittels der mindestens eine Einspritzöffnung (708) verschließbar ist.
21. Dosiervorrichtung nach Anspruch 20, bei der
- ein Teil der Arbeitsbohrung (701) eine Einspritzkammer (705) bildet, die mittels einer Einspritzzuleitung (706) mit Fluid (F) druckbeaufschlagbar ist,
 - mindestens der Arbeitskolben (7) oder die Düsenadel (707) mindestens eine Steuerfläche (711) aufweisen, die durch das Fluid (F) in der Einspritzkammer (705) druckbeaufschlagbar ist, wobei durch den Druck des Fluids (F) in der Einspritzkammer (705) eine dem Druck (PA) des Fluids (F) in der Arbeitskammer (6) entgegengesetzt wirkende Kraft auf den Arbeitskolben (7) ausübbar ist, so daß
 - bei einer geöffneten Verbindung zwischen der Arbeitskammer (6) und dem Ablauf (5) der Arbeitskolben (7) und die Düsenadel (707) in Richtung der Arbeitskammer (6) verschiebbar sind, wodurch Fluid (F) von der Einspritzkammer (705) über die Einspritzöffnung (708) dosiert in einen Außenraum abgebar ist,
 - bei einer geöffneten Verbindung zwischen der Arbeitskammer (6) und der Fluidzuleitung (401) die Düsenadel mittels des Arbeitskolbens auf die Einspritzöffnung verschiebbar ist, wodurch eine Abgabe von Fluid (F) verhinderbar ist.
22. Dosiervorrichtung nach Anspruch 21, bei der zwischen der Arbeitskammer (6) und der Einspritzkammer (7) eine Nadelkammer (702) an der Arbeitsbohrung (701) vorhanden ist,
- die einen Leckagerücklauf (8) aufweist, über den eine Leckage von Fluid (F) aus der Arbeitskammer (6) oder der Einspritzkammer (705) oder beidem ableitbar ist,
 - in der eine Nadelfeder (703) vorhanden ist, die den Arbeitskolben (7) auf die Düsenadel (707) drückt.
23. Dosiervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Einsatz in einem Kraftstoff-Einspritzer.
24. Verfahren zur Dosierung von Fluid, bei dem an einem 3/2-Wege-Ventil (3)
- ein mittels mindestens eines Piezoaktors (201) angetriebener Stellantrieb (2),
 - eine mit Fluid (F) unter einem Druck (PCR) beaufschlagte Fluidzuleitung (401) und
 - eine Arbeitskammer (6), getrennt angeschlossen werden, so daß
 - mittels des Hubs des Stellantriebs (2) das 3/2-Wege-Ventil (3) so geschaltet wird, daß die Arbeitskammer (6) entweder mit der Fluidzuleitung (401) oder mit einem Ablauf (5) fluidisch verbunden wird,

- mittels des Drucks (PA) des Fluids (F) in der Arbeitskammer (6) eine dosierte Abgabe von Fluid (F) nach Außen gesteuert wird.
- 25. Verfahren nach Anspruch 24, bei dem der Piezoaktor (201) mechanisch druckvorgespannt wird. 5
- 26. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 25, bei dem als Stellantrieb (2)
 - ein an dem Piezoaktor (201) anliegender, in einer primärseitigen Bohrung (213) des Gehäuses (1) axialverschiebbarer Druckkolben (203), 10
 - ein in einer sekundärseitigen Bohrung (213) des Gehäuses (1) axialverschiebbarer Hubkolben (205) und
 - eine im Kraftschluß zwischen Druckkolben (203) und Hubkolben (205) vorhandene, mit einem Druck (PH) beaufschlagte Hydraulikkammer (204) zusammenwirken, wobei 15
 - durch den Hub des Hubkolbens (205) über einen daran angebrachten Hubstößel (206) das 3/2-Wege-Ventil (3) gesteuert wird, 20
 - in einer Ausgangsstellung der Druckkolben (203) von der Hydraulikkammer (204) weg verschoben ist, wodurch der Hubkolben (205) maximal in Richtung der Hydraulikkammer (204) verschoben ist, 25
- während eines Hubvorgangs mittels einer Betätigung des Piezoaktors (201) der Druckkolben (203) so verschoben wird, daß der Druck (PH) in der Hydraulikkammer (204) ansteigt, wodurch der Hubkolben (205) hydraulisch hubtransformiert verschoben wird. 30
- 27. Verfahren nach Anspruch 26, bei dem der Hubkolben (205) in einem Hubverhältnis von 1,5 : 1 bis 10 : 1 zum Druckkolben (203) verschoben wird.
- 28. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 27, bei dem der Druckkolben (203) 10 bis 60 µm verschoben wird. 35
- 29. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 28, bei dem die Hydraulikkammer (204) im Ausgangszustand mit einem Druck (PH) von 1 bis 25 bar druckbeaufschlagt wird. 40
- 30. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 29, bei dem die Hydraulikkammer (204) über eine gedrosselte oder mit einem Befüllventil (211) ausgestattete Befüllzuleitung (210) mit Fluid (F) druckbeaufschlagt wird und das Fluid (F) in der Hydraulikkammer (204) lecka- 45
- gebehaftet abfließt, so daß sich in der Hydraulikkammer (204) ein Spülstrom von Fluid (F) ergibt.
- 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 30, bei dem das 3/2-Wege-Ventil (3) aus einer Ventilkammer (304) und drei darin mündenden Zuläufen 50
- (301,302,303) besteht, wobei
 - durch die Stellung eines in der Ventilkammer (304) verschiebbar angebrachten Dichtelementes (305) eine fluidische Verbindung zwischen dem ersten Zulauf (301) und einem dritten Zulauf 55
 - (303) oder dem zweiten Zulauf (302) und dem dritten Zulauf hergestellt wird, wobei
 - die Stellung des Dichtelementes (305) über den Hub des daran anliegenden Hubstößels (206) bestimmt wird, 60
 - der erste Zulauf (301) mit einem Abfluß (5) fluidisch verbunden wird,
 - der zweite Zulauf (302) mit der Fluidzuleitung (401) fluidisch verbunden wird,
 - der dritte Zulauf (303) mit der Arbeitskammer 65
 - (6) fluidisch verbunden wird,
- so daß
 - in der Ausgangsstellung das Dichtelement

- (305) schließend auf den ersten Zulauf (301) gedrückt wird, wodurch eine fluidische Verbindung zwischen der Fluidzuleitung (401) und der Arbeitskammer (6) hergestellt wird, so daß der Druck (PA) in der Arbeitskammer (6) maximal wird,
- bei einem Hubvorgang das Dichtelement (305) durch den Hubstößel (206) schließend auf den zweiten Zulauf (302) gedrückt wird, wodurch eine fluidische Verbindung zwischen der Arbeitskammer (6) und dem Ablauf (5) hergestellt wird, so daß der Druck (PA) in der Arbeitskammer (6) verringert wird.
- 32. Verfahren nach Anspruch 31, bei dem eine durch den zweiten Zulauf reichende Druckfeder (405) auf das Dichtelement (305) drückt.
- 33. Verfahren nach Anspruch 32, bei im Kraftschluß zwischen der Druckfeder (405) und dem Dichtelement (305) zusätzlich eine verschiebbare Kolbenstange (403) vorhanden ist.
- 34. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 33, bei dem der Druck (PCR) des Fluids (F) in der Fluidzuleitung (401) 100 bis 2500 bar beträgt.
- 35. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 34, bei dem der Hub eines Arbeitskolbens (7) durch den Druck (PA) des Fluids (F) in der Arbeitskammer (6) gesteuert wird, wobei
 - bei einer fluidischen Verbindung zwischen Arbeitskammer (6) und Fluidzuleitung (401) der Arbeitskolben (7) maximal von der Arbeitskammer (6) weg verschoben wird,
 - bei einer fluidischen Verbindung zwischen Arbeitskammer (6) und Ablauf (5) der Arbeitskolben (7) maximal in Richtung der Arbeitskammer (6) verschoben wird,
 - mittels des Hubs des Arbeitskolbens (7) die dosierte Abgabe von Fluid (F) über mindestens eine Einspritzöffnung (708) gesteuert wird.
- 36. Verfahren nach Anspruch 35, bei dem eine Einspritzkammer (705) über eine Einspritzzuleitung (706) mit dem Fluid (F) unter einem Druck (PCR) entsprechend dem Druck (PCR) in der Fluidzuleitung (401) beaufschlagt wird, wobei
 - mindestens eine Steuerfläche (711) des Arbeitskolbens (7) dem Fluid (F) der Einspritzkammer (705) ausgesetzt wird, so daß eine dem Druck (PA) des Fluids (F) in der Arbeitskammer (6) entgegenwirkende Kraft auf den Arbeitskolben (7) ausgeübt wird,
 - die druckwirksame Fläche der Steuerflächen (711) kleiner ist als die dem Fluid (F) in der Arbeitskammer (6) ausgesetzte druckwirksame Fläche des Arbeitskolbens (7)
 - die Einspritzkammer (705) mit der Einspritzöffnung (708) fluidisch verbunden ist, so daß bei offener Einspritzöffnung (708) Fluid aus der Einspritzkammer (705) über die Einspritzöffnung (708) nach Außen abgegeben wird.
- 37. Verfahren nach Anspruch 35 oder 36, bei dem der Arbeitskolben (7) mit einer Düsenadel (707) verbunden ist, so daß
 - im Ausgangszustand der Arbeitskolben (7) die Düsenadel (707) schließend auf die Einspritzöffnung (708) gedrückt wird,
 - während eines Hubvorgangs die Düsenadel (707) von der Einspritzöffnung (708) abgehoben wird.
- 38. Verfahren nach Anspruch 37, bei dem die Düsen-

nadel (707) oder der Arbeitskolben (7) durch eine Nadelkammer (702), in die ein Leckagerücklauf (8) mündet, geführt werden, so daß aus der Einspritzkammer (707) oder der Arbeitskammer (6) oder beiden ein leckagebehafteter Strom von Fluid (F) in die Nadelkammer (702) fließt, und von dort über den Leckagerücklauf (8) abgeführt wird.

39. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 38 zum Einsatz in einem Kraftstoff-Einspritzer.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1 A

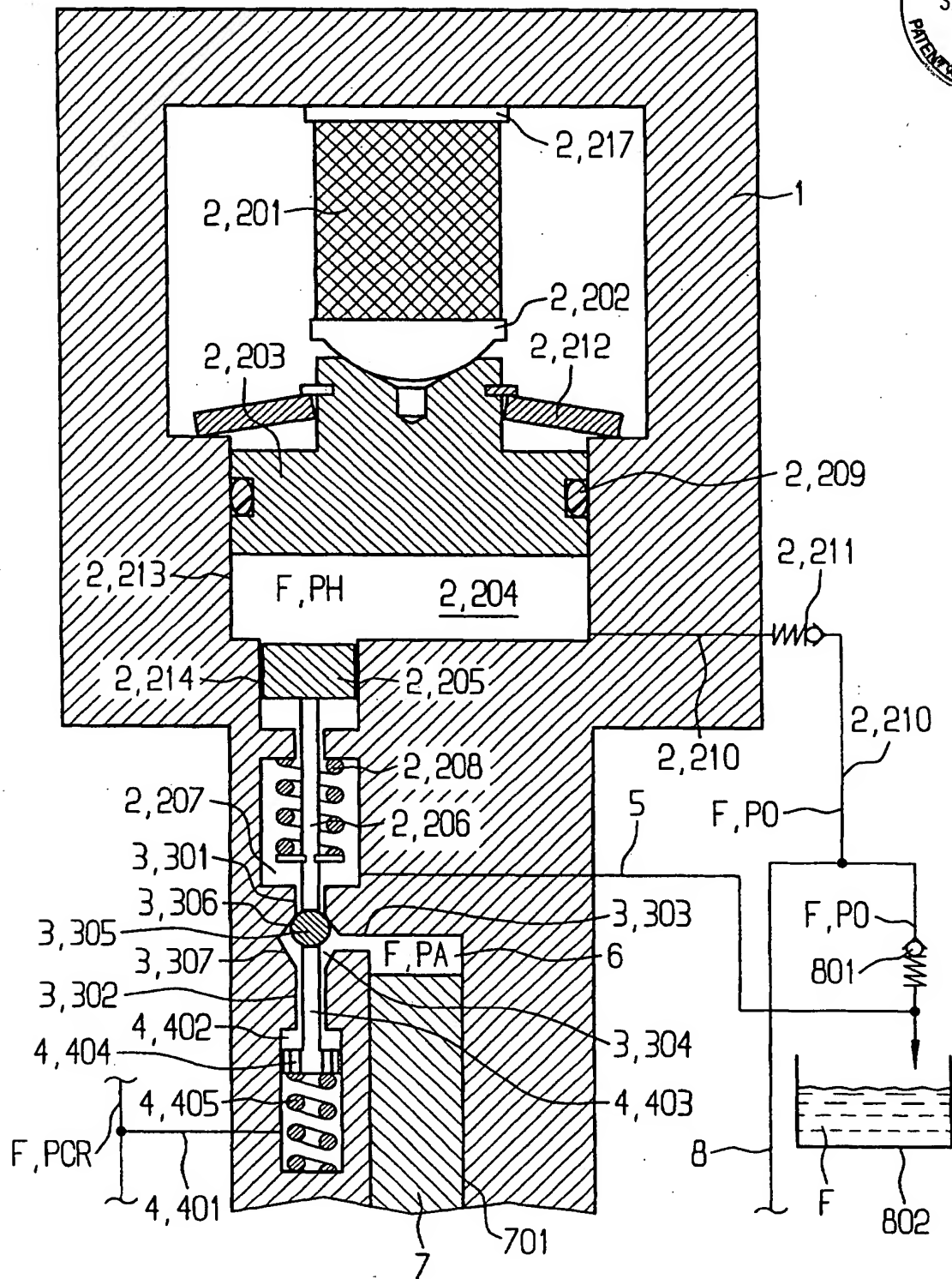


FIG 1 B

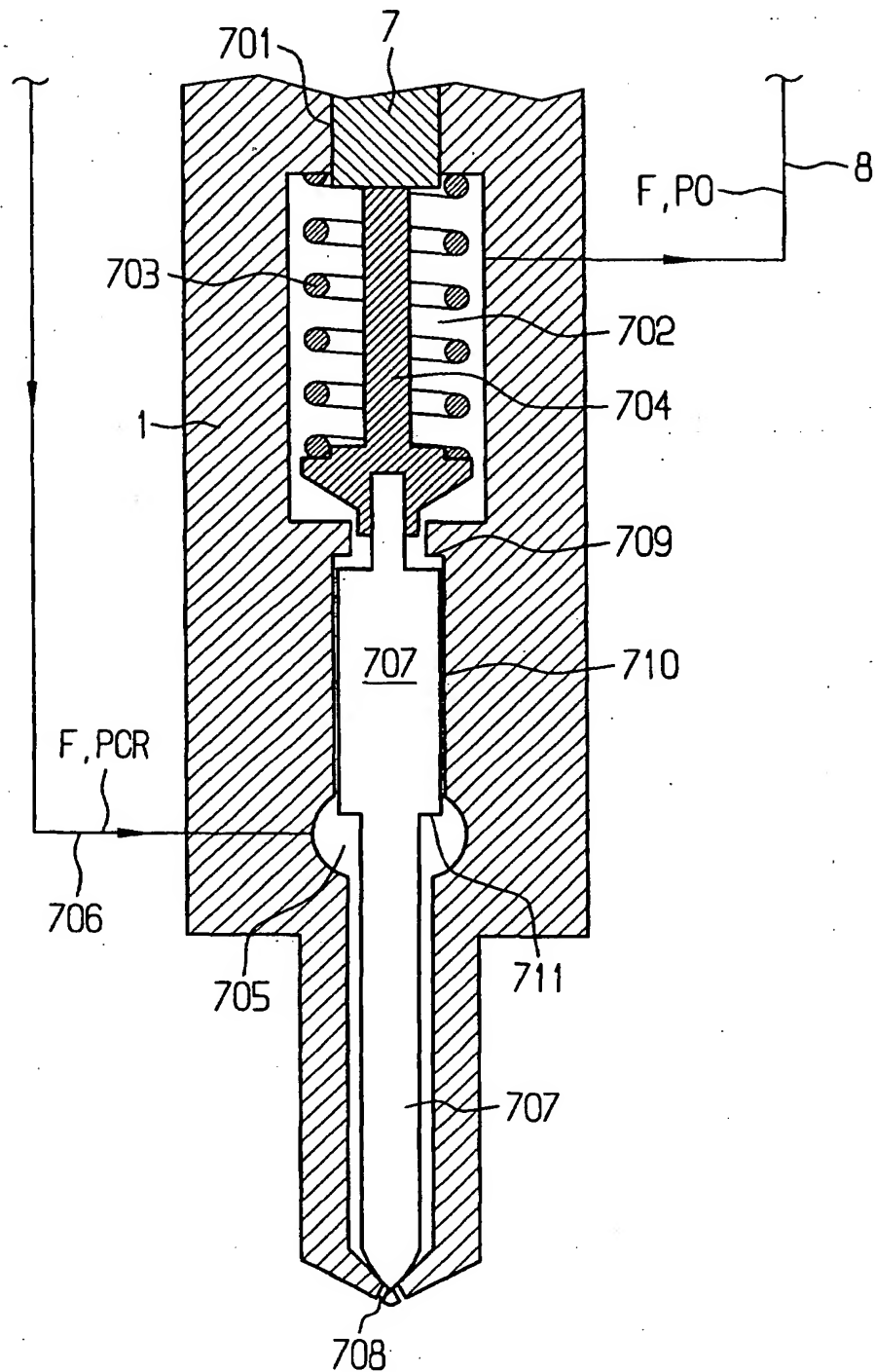


FIG 2A

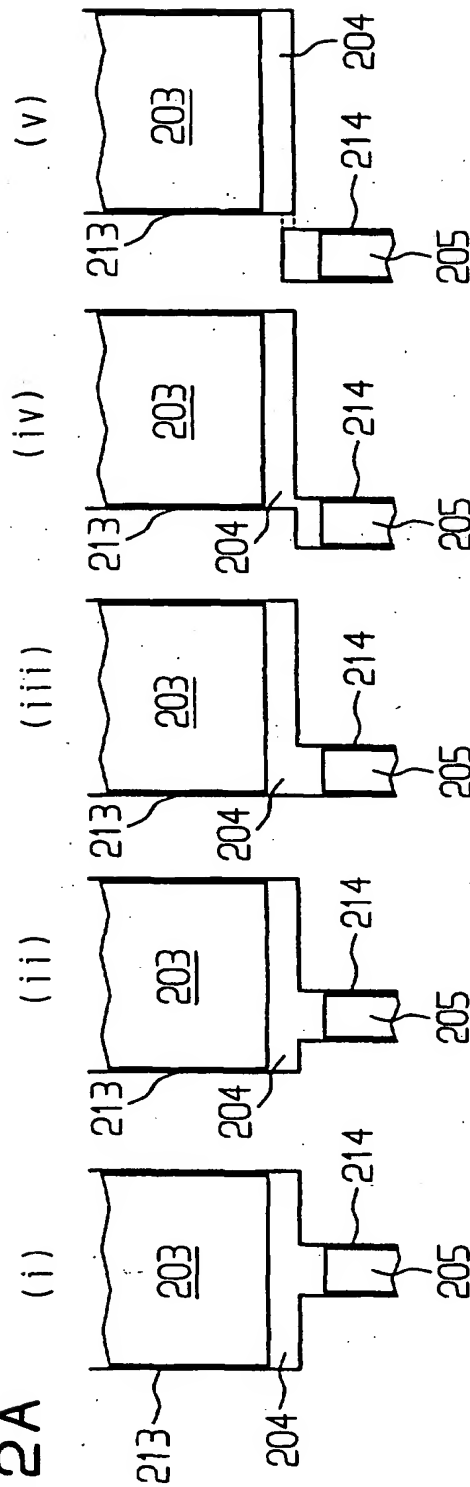


FIG 2B

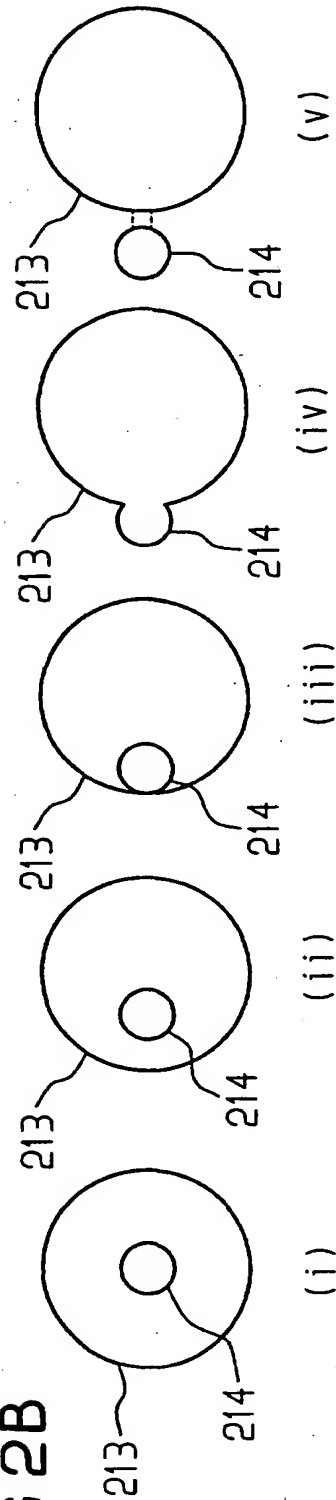


FIG 3

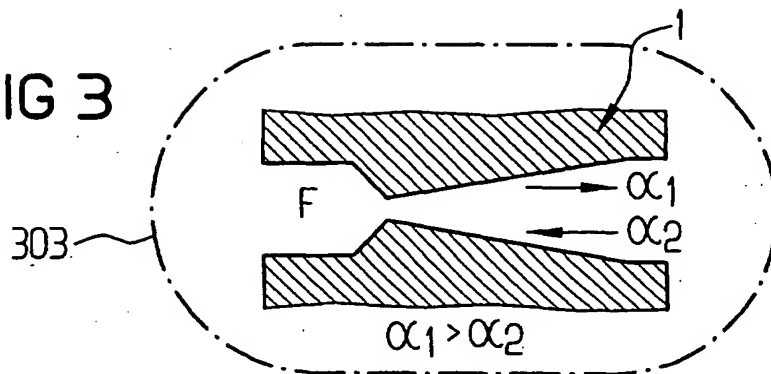


FIG 4

